

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»
ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ, УПРАВЛІННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ І МЕНЕДЖМЕНТУ
ФОРМА НАВЧАННЯ ДЕННА
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА СОЦІАЛЬНОЇ
ІНФОРМАТИКИ

Допускається до захисту

Завідувач кафедри _____ О.О. Ємець
(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

на тему

Алгоритмізація та програмна реалізація тренажера дистанційного
курсу «Дискретна математика» з теми
«Типи відношень. Операції над відношеннями»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Виконавець роботи Мірзаєв Ібрагім Джафар огли

_____ « _ » _____ 2021р.
(підпис)

Науковий керівник Парфьонова Т.О., доц., к.ф.-м.н.

_____ « _ » _____ 2021р.
(підпис)

ПОЛТАВА 2021 р.

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ **О.О. Ємець**

« 8 » вересня 2020р.

**Завдання та календарний графік
виконання дипломної роботи**

Студент(ка) спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Прізвище, ім'я, по батькові Мірзасєв Ібрагім Джафар огли

1. Тема **«Типи відношень. Операції над відношеннями»** затверджена
наказом ректора № 121-Н від « 1 » вересня 2020 р.

Термін подання студентом бакалаврської роботи « 20 » травня 2021 р.

2. Вихідні дані до дипломної роботи: публікації з теми навчальні
тренажери в дистанційних курсах з комп'ютерних наук.

3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1 Огляд робіт зі схожою реалізацією

2.2 Плюси розробок з оглянутих робіт

2.3 Мінуси розробок з оглянутих робіт.

3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні відомості

3.2 Алгоритм роботи тренажера

3.3 Блок-схема програми-тренажера

4 ПРАКТИЧНА РОБОТА

4.1 Опис тренажеру

4.2 Перевірка валідності та інструкція для роботи користувачеві

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТОК А

4. Перелік графічного матеріалу: 1 аркуш блок-схем, інші необхідні ілюстрації.

5. Консультанти розділів бакалаврської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Постанова задачі	Парфьорова Т.О.	8.09.20	8.09.20
2. Інформаційний огляд	Парфьорова Т.О.	8.09.20	8.09.20
3. Теоретична частина	Парфьорова Т.О.	8.09.20	8.09.20
4. Практична реалізація	Парфьорова Т.О.	8.09.20	8.09.20

6. Календарний графік виконання бакалаврської роботи

Зміст роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
1. Вступ	10.05.21	
2. Вивчення методичних рекомендацій та стандартів та звіт керівнику	15.09.20	
3. Постановка задачі	1.10.20	
4. Інформаційний огляд джерел бібліотек та інтернету	2.11.20	
5. Теоретична частина	1.02.21	
6. Практична частина	17.05.21	
7. Закінчення оформлення	21.05.21	
8. Доповідь студента на кафедрі	28.05.21	
9. Доробка (за необхідністю), рецензування	14.06.21	

Дата видачі завдання « 8 » вересня 2020 р.

Студент Мірзаєв Ібрагім Джафар огли

Науковий керівник _____ доц., к.ф.-м.н., Парфьорова Т.О.

(підпис)

Результати захисту бакалаврської роботи

Дипломна робота оцінена на _____

(балів, оцінка за національною шкалою, оцінка за ECTS)

Протокол засідання ЕК № _____ від « _____ » _____ 2021 р.

Секретар ЕК _____

(підпис)

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Записка: 47 стор., основна частина 43 стор., джерел - 10.

Предмет розробки – тренажер для навчання темі «Типи відношень. Операції над відношеннями».

Мета роботи – програмно реалізувати тренажер для навчання темі «Типи відношень. Операції над відношеннями» для дистанційного курсу «Дискретна математика».

Методи, які були використані для розв'язування задачі – для створення програмного забезпечення була використана платформа Unity та мова програмування C#. Скрипти були написані в Visual Studio.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	5
2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД.....	6
2.1 Огляд робіт зі схожою реалізацією	6
2.2 Плюси розробок з оглянутих робіт	6
2.3 Мінуси розробок з оглянутих робіт.	7
3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	8
3.1 Загальні відомості	8
3.2 Алгоритм роботи тренажера	12
3.3 Блок-схема програми-тренажера.....	17
4 ПРАКТИЧНА РОБОТА.....	18
4.1 Опис тренажеру	18
4.2 Перевірка валідності та інструкція для роботи користувачеві	24
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
ДОДАТОК А	47

ВСТУП

Тренажер розроблюється для дистанційного курсу «Дискретна математика» для навчання студентів темі «Типи відношень. Операції над відношеннями». Тренажер розраховано на навчання новим навичкам чи покращення старих.

Мета роботи – програмно реалізувати тренажер для навчання темі «Типи відношень. Операції над відношеннями» для дистанційного курсу «Дискретна математика».

Предмет роботи – тренажер для навчання темі «Типи відношень. Операції над відношеннями».

Методи роботи – для створення програмного забезпечення була використана платформа Unity та мова програмування C#. Скрипти були написані в Visual Studio.

Структура пояснювальної записки до бакалаврської роботи:

- титульний аркуш;
- завдання до бакалаврської роботи;
- реферат, що містить предмет, мету, методи;
- зміст;
- вступ;
- теоретична частина;
- практична частина;
- висновки;
- рекомендації;
- список використаних джерел;

Обсяг пояснювальної записки: 47 стор., в т.ч. основна частина 43 стор., джерел -10.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Головною задачею роботи є створення тренажеру для дистанційного курсу «Дискретна математика» з теми «Типи відношень. Операції над відношеннями».

Програмне забезпечення створено на ігровій платформі Unity. Ця платформа в основному використовується для розробки 2Д чи 3Д ігор, але її можна використовувати для розробки програмних застосунків таких як даний тренажер.

Основними вимогами до програмного забезпечення є:

- Зручний дизайн;
- Наявність як практичних завдань так і завдань для самостійного опрацювання;
- Перевірка введеної відповіді;
- У разі вибору неправильної відповіді вивести повідомлення з підказкою;
- У разі вибору правильної відповіді надати можливість продовжити роботу;
- Надати можливість повторити роботу з тренажером на кінцевому вікні роботи з тренажером.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1 Огляд робіт зі схожою реалізацією

Для інформаційного огляду було обрано два тренжери зі схожою програмною реалізацією. Вони були досліджені на предмет плюсів та мінусів.

Було обрано:

Белінська, В.В., Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему Створення програмного забезпечення тренажера з теми «Розподіли дискретних випадкових величин та їх числові характеристики» дистанційного навчального курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика» [2].

Було обрано:

Сивокін, О.Ю., Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему Тренажер з теми «Логіка висловлювань» дистанційного навчального курсу «Математична логіка» [3].

2.2 Плюси розробок з оглянутих робіт

На предмет плюсів було досліджено тренажер з теми «Розподіли дискретних випадкових величин та їх числові характеристики»:

1. Розглянутий тренажер має розподіл на теоретичну та практичну частину;
2. Реалізовано вибір мови інтерфейсу, є вибір між трьома мовами;
3. Є перевірка введеної відповіді під час роботи з практичними завданнями;
4. Після завершення роботи видається вікно з повідомленням про завершення роботи та кнопкою повтору.

На предмет плюсів було досліджено тренажер з теми «Логіка висловлювань»:

1. Тренажер реалізовано у вигляді мобільного застосунку;
2. Тренажер має ділення на три навчальні частини;
3. Є перевірка введеної відповіді під час роботи з практичними завданнями.

2.3 Мінуси розробок з оглянутих робіт.

На предмет мінусів було досліджено тренажер з теми «Розподіли дискретних випадкових величин та їх числові характеристики»:

1. У разі вибору неправильної відповіді відсутня підказка з поясненням;
2. Відсутнє пояснення роботи з тренажером.

На предмет мінусів було досліджено тренажер з теми «Логіка висловлювань»:

1. Тренажер реалізовано у вигляді мобільного застосунку для андроїд 7.0 і вище;
2. Орфографічні помилки в навчальних матеріалах тренажера;
3. Обрано маленький шрифт в навчальних матеріалах тренажера;
4. Кнопки мають не коректні межі для натискання.

3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні відомості

Відношення — математична структура, що формально визначає властивості різних об'єктів і їхні взаємозв'язки. Поширеними прикладами відношень у математиці є рівність ($=$), подільність, подібність, паралельність і багато інших.

Поняття відношення як підмножини декартового добутку формалізовано в теорії множин і набуло широкого поширення в мові математики у всіх її гілках. Теоретико-множинний погляд на відношення характеризує його з точки зору обсягу — якими комбінаціями елементів воно наповнене; змістовний підхід розглядається в математичній логіці, де відношення — пропозиційна функція, тобто вираз з невизначеними змінними, підстановка конкретних значень для яких робить його істинним або хибним. Важливу роль відношення відіграють в універсальній алгебрі, де базовий об'єкт вивчення розділу — множина з довільним набором операцій та відношень. Одне з найяскравіших застосувань техніки математичних відношень в прикладах — реляційні системи керування базами даних, методологічно засновані на формальній алгебрі відношень. [7]

Бінарне відношення (*бінарне відношення на множині*) — в математиці окремий випадок відношення заданого на множині M , яке встановлюється між двома елементами множини. Іншими словами, це підмножина декартового квадрата $M^2 = M \times M$.

Також кажуть, що елементи $a, b \in M$ знаходяться у бінарному відношенні R (часто записують у вигляді aRb), якщо впорядкована пара $(a, b) \in R$ і записують, що $R \subseteq M \times M$.

Взагалі, бінарне відношення між двома множинами A і B — це підмножина $A \times B$. В цьому випадку вживають термін *відповідність між множинами*. Термін *2-місне відношення* або *2-арне відношення* є синонімами бінарного відношення.

В деяких системах аксіом теорії множин, відношення розширюються до класів, які є узагальненнями множин. Таке розширення потрібне, зокрема для того, щоб формалізувати поняття «є елементом» або «є підмножиною» теорії множин і запобіганню таких невідповідностей, як парадокс Расселла. [9]

Оскільки відношення є множиною, то усі операції для множин можна робити і над відношеннями.

Приклад 4.1. На декартовому добутку множин $A=\{1, 2, 3\}$ та $B=\{1, 2, 3, 4\}$ визначені відношення R_1 та R_2 з A в B :

$$R_1 = \{(1,1), (2,2), (3,3)\}, \quad R_2 = \{(1,1), (1,2), (1,3), (1,4)\}.$$

Тоді

$$R_1 \cup R_2 = \{(1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (2,2), (3,3)\},$$

$$R_1 \cap R_2 = \{(1,1)\},$$

$$R_1 \setminus R_2 = \{(2,2), (3,3)\},$$

$$R_2 \setminus R_1 = \{(1,2), (1,3), (1,4)\}.$$

R_2

Якщо відношення A і B задані булевою матрицею, то для того, щоб знайти булеву матрицю об'єднання чи перетину цих відношень, необхідно знайти диз'юнкцію чи кон'юнкцію булевих матриць A і B .

$$M_{R_1 \cup R_2} = M_{R_1} \vee M_{R_2},$$

$$M_{R_1 \cap R_2} = M_{R_1} \wedge M_{R_2}.$$

Означення 4.1. Диз'юнкція булевих $m \times n$ матриць P та Q – це $m \times n$ матриця $Z = P \vee Q$, елементи якої $z_{ij} = p_{ij} \vee q_{ij}$, де $i=1, \dots, m, j=1, \dots, n$.

Кон'юнкція булевих $m \times n$ матриць P та Q – це $m \times n$ матриця $Z = P \wedge Q$, елементи якої $z_{ij} = p_{ij} \wedge q_{ij}$, де $i=1, \dots, m, j=1, \dots, n$.

Для бінарних відношень існує особлива операція, якої не визначено для множин – композиція.

Означення 4.2. Нехай R – відношення із множини A в множину B , а S – відношення із множини B в множину C . Композицією відношень R та S

називають відношення, яке складається зі всеможливих упорядкованих пар (a, c) , де $a \in A$, $c \in C$, і для яких існує елемент $b \in B$ такий, що $(a, b) \in R$, $(b, c) \in S$. Композицію відношень R та S позначають через $S \circ R$.

Приклад 4.2. Знайдемо композицію відношень R та S , де R – відношення із множини $A = \{1, 2, 3\}$ в множину $B = \{1, 2, 3, 4\}$: $R = \{(1,1), (1,4), (2,3), (3,1), (3,4)\}$;

S – відношення із множини B в множину $C = \{0, 1, 2\}$:

$$S = \{(1,0), (2,0), (3,1), (3,2), (4,1)\}.$$

Композицію $S \circ R$ будують, використовуючи всі впорядковані пари з R та з S такі, що другий елемент пари з R збігається з першим елементом пари з S . Наприклад, пари $(2,3) \in R$ та $(3,1) \in S$ породжують пару $(2,1) \in S \circ R$. Виконуючи описані дії, отримаємо:

$$S \circ R = \{(1,0), (1,1), (2,1), (2,2), (3,0), (3,1)\}.$$

Нехай R – відношення на множині A . Степінь R^n , $n=1, 2, 3, \dots$, визначають індуктивно:

$$R^1 = R, \quad R^{n+1} = R^n \circ R.$$

Отже, зокрема

$$R^2 = R \circ R, \quad R^3 = R^2 \circ R = (R \circ R) \circ R.$$

Приклад 4.3. Нехай на множині $A = \{1, 2, 3, 4\}$ задано відношення $R = \{(1,1), (2,1), (3,2), (4,3)\}$. Знайдемо R^n , $n=2,3,4,5$. За означенням послідовно отримаємо:

$$R^2 = R \circ R = \{(1,1), (2,1), (3,1), (4,2)\},$$

$$R^3 = R^2 \circ R = \{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1)\},$$

$$R^4 = R^3 \circ R = \{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1)\},$$

$$R^4 = R^3. \text{ Можна переконатись, } R^5 = R^4.$$

Якщо відношення A і B задані булевою матрицею, то для того, щоб знайти булеву матрицю композиції цих відношень, необхідно знайти булевий добуток булевих матриць A і B .

Означення 4.3. Нехай P – $m \times n$ матриця, Q – $k \times n$ матриця. Тоді булевий добуток $P \bullet Q$ – $m \times k$ матриця $Z = [z_{ij}]$, $i=1, \dots, m$, $j=1, \dots, k$, де

$$z_{ij} = (p_{i1} \wedge q_{1j}) \vee \dots \vee (p_{ik} \wedge q_{kj}), \quad \text{або} \quad z_{ij} = \bigvee_{r=1}^k (p_{ir} \wedge q_{rj}).$$

Булевий добуток матриць асоціативний.

Булевий степінь для булевих $m \times n$ матриць (позначають через $A^{[r]}$, r – натуральне) визначають так:

$$A^{[r]} = A \bullet A \bullet \dots \bullet A$$

За означенням покладають $A^{[0]} = I_n$, де I_n – одинична $m \times n$ матриця. Операції над відношеннями легко виразити через матриці, які ці відношення задають:

$$M_{S \circ R} = M_R \bullet M_S,$$

$$M_{R^k} = M_R^{[k]}.$$

На основі операції композиції, введемо нову операцію – транзитивного замикання відношень.

Означення 4.4. Нехай відношення R задано на множині A . Транзитивним замиканням R^* називається таке відношення, що складається з кортежів (x, y) , для яких виконується: або кортеж $(x, y) \in R$, або знаходиться скінченна послідовність елементів $z_1, z_2, \dots, z_n \in A$, така, що всі кортежі $(x, z_1), (z_1, z_2), \dots, (z_n, y)$ належать відношенню R . Очевидно, що $R \subset R^*$.

Приклад 4.4. Нехай визначена множина людей {Ігор, Павло, Марія, Олена, Оксана}, і відомі такі факти:

Ігор є нащадком Павла,

Марія є нащадком Павла,

Олена є нащадком Марії,

Оксана є нащадком Олени,

Володя є нащадком Ігора.

Цю інформацію можна подати у вигляді відношення R : “Є нащадком”.

Тоді факти можна представити таким чином: Ігор R Павло, Марія R Павло, Олена R Марія, Оксана R Олена.

Знайдемо транзитивне замикання відношення R^* .

$R^* = \{(\text{Ігор, Павло}), (\text{Марія, Павло}), (\text{Олена, Марія}), (\text{Оксана, Олена}), (\text{Олена, Павло}), (\text{Оксана, Павло}) \}$. [5]

3.2 Алгоритм роботи тренажера

Тема тренажеру: «Типи відношень. Операції над відношеннями»

Тренажер складається із двох частин:

1. Типи відношень;
2. Операції над відношеннями.

В курсовому проекті необхідно реалізувати першу частину.

В бакалаврській роботі першу частину треба доповнити другою.

Алгоритм 1 (Типи відношень)

1 крок. На екрані:

Відношення на множині A називається *рефлексивним*, якщо:

- xry, urz тягнуть за собою $xrz \forall x, y, z \in A$

- $xrx \forall x \in A$

- xrx не виконується $\forall x \in A$

- xry тягне за собою $urx \forall x, y \in A$

- з xry та urx випливає $x = y \forall x, y \in A$

Повідомлення про помилку: «Відношення на множині A називається *рефлексивним*, якщо $xrx \forall x \in A$ ». Перехід на крок 2.

2 крок. На екрані:

Відношення на множині A називається *іррефлексивним*, якщо:

- xry, urz тягнуть за собою $xrz \forall x, y, z \in A$

- $xrx \forall x \in A$

- xrx не виконується $\forall x \in A$

- $x\rho y$ тягне за собою $y\rho x \forall x, y \in A$

- з $x\rho y$ та $y\rho x$ випливає $x = y \forall x, y \in A$

Повідомлення про помилку: «Відношення на множині A називається *іррефлексивним*, якщо $x\rho x$ не виконується $\forall x \in A$ ». Перехід на крок 3.

3 крок. На екрані:

Відношення на множині A називається *симетричним*, якщо:

- $x\rho y, y\rho z$ тягнуть за собою $x\rho z \forall x, y, z \in A$

- $x\rho x \forall x \in A$

- $x\rho x$ не виконується $\forall x \in A$

- $x\rho y$ тягне за собою $y\rho x \forall x, y \in A$

- з $x\rho y$ та $y\rho x$ випливає $x = y \forall x, y \in A$

Повідомлення про помилку: «Відношення на множині A називається *симетричним*, якщо $x\rho y$ тягне за собою $y\rho x \forall x, y \in A$ ». Перехід на крок 4.

4 крок. На екрані:

Відношення на множині A називається *антисиметричним*, якщо:

- $x\rho y, y\rho z$ тягнуть за собою $x\rho z \forall x, y, z \in A$

- $x\rho x \forall x \in A$

- з $x\rho y$ та $y\rho x$ випливає $x = y \forall x, y \in A$

- $x\rho x$ не виконується $\forall x \in A$

- $x\rho y$ тягне за собою $y\rho x \forall x, y \in A$

Повідомлення про помилку: «Відношення на множині A називається *антисиметричним*, якщо з $x\rho y$ та $y\rho x$ випливає $x = y \forall x, y \in A$ ». Перехід на крок 5.

5 крок. На екрані:

Відношення на множині A називається *транзитивним*, якщо:

- $x\rho x \forall x \in A$

- $x\rho x$ не виконується $\forall x \in A$

- $x\rho y$ тягне за собою $y\rho x \forall x, y \in A$

$\neg xry, \neg yrz$ тягнуть за собою $xrz \quad \forall x, y, z \in A$

- з xry та yrx випливає $x = y \quad \forall x, y \in A$

Повідомлення про помилку: «Відношення на множині A називається *транзитивним*, якщо xry, yrz тягнуть за собою $xrz \quad \forall x, y, z \in A$ ». Перехід на крок 6.

6 крок. Нехай задане відношення « x менше y » на множині номерів будинків A . Задане відношення ϵ : (виберіть правильні відповіді).

- рефлексивним
- іррефлексивним
- транзитивним
- симетричним
- антисиметричним

Якщо вибір неправильний, то повідомлення:

«Вибір помилковий. Зверніть увагу на наступні означення. Відношення рефлексивне, якщо $xrx \quad \forall x \in A$; іррефлексивне, якщо xrx не виконується $\forall x \in A$; симетричне, якщо xry тягне за собою $yrx \quad \forall x, y \in A$; антисиметричне, якщо з xry та yrx випливає $x = y \quad \forall x, y \in A$; транзитивне, якщо xry, yrz тягнуть за собою $xrz \quad \forall x, y, z \in A$. В заданому прикладі ρ – бути менше, тобто $<$ ».

Користувачу надається можливість виконати вибір повторно.

Якщо знову вибір помилковий, то повідомлення:

«Задане відношення іррефлексивне (так як $x < x$ не виконується $\forall x \in A$) та транзитивне (так як $x < y, y < z$ тягнуть за собою $x < z \quad \forall x, y, z \in A$). Рефлексивність не виконується, так як $x \not< x \quad \forall x \in A$, симетричність не виконується, так як $x < y$ не тягне за собою $y < x \quad \forall x, y \in A$; антисиметричність не виконується, так як не виконується, що з $x < y$ та $y < x$ випливає $x = y \quad \forall x, y \in A$ »

Алгоритм завершено.

Задачі для самостійного опрацювання:

Задача 1. Нехай задано відношення $A = \{(1,2), (2,3), (4,5), (1,3)\}$ та $B = \{(2,5), (3,1), (5,5), (2,4)\}$ на множині $P = \{1,2,3,4,5\}$ ($A \subset P \times P$, $B \subset P \times P$). Знайти композицію відношень A та B , тобто $A \circ B$.

Задача 2. Нехай задано відношення $A = \{(1,2), (3,5), (4,2), (2,3)\}$ на множині $P = \{1,2,3,4,5\}$ ($A \subset P \times P$). Знайти обернене відношення A^{-1} .

Алгоритм 2 (Операції над відношеннями)

1 крок. На екрані:

«Оскільки відношення є множинами, елементами яких є впорядковані пари, то над ними можна виконувати всі відомі операції над множинами. Наприклад, якщо $P = \{(a,b), (a,c), (b,a), (c,d)\}$, а $Q = \{(a,b), (b,c), (c,a), (c,d)\}$, то:

$$P \cup Q = \{(a,b), (a,c), (b,a), (b,c), (c,a), (c,d)\};$$

$$P \cap Q = \{(a,b), (c,d)\};$$

$$P \setminus Q = \{(a,c), (b,a)\};$$

$$P \oplus Q = \{(a,c), (b,a), (b,c), (c,a)\}.$$

Якщо відношення “менше”, “більше”, “дорівнює” тощо записати значками для їх позначення у дужках, то операції над цими відношеннями матимуть вигляд: $(<) \cup (=) = (\leq)$, $(<) \cap (=) = \emptyset$, $(\geq) \setminus (=) = (>)$, $(\geq) \oplus (>) = (=)$.

Якщо для двох відношень R і S виконується умова $R \subset S$, то S називають розширенням відношення R , а R – звуженням відношення S . Наприклад, (\leq) – розширення відношень $(<)$ і $(=)$, бо $(<) \subset (\leq)$ і $(=) \subset (\leq)$.

Задачі для самостійного опрацювання:

Задача 1. Нехай $R = \{(x, y) | x < y\}$ — однорідне бінарне відношення на множині N . Знайти R^n ($n \in N$).

Задача 2. Нехай R — таке однорідне бінарне відношення на множині точок площини, що $x R y$ тоді і тільки тоді, коли відстань від точки x до точки y рівна 1. Знайти $R^3 [(0,0)]$.

Задача 3. Нехай A — множина усіх людей, R — відношення батьківства на множині A : $x R y$ тоді і тільки тоді, коли x є батьком або матір'ю y . Записати

відношення S “брат-сестра” ($x S y \Leftrightarrow x$ є братом або сестрою y),
використовуючи R та операцій над відношеннями.

3.3 Блок-схема програми-тренажера



Рисунок 3.1 – Блок-схема програми-тренажера

4 ПРАКТИЧНА РОБОТА

4.1 Опис тренажеру

Для початку розробки програмного забезпечення на платформі Unity потрібно створити проект та визначити ієрархію в ньому.

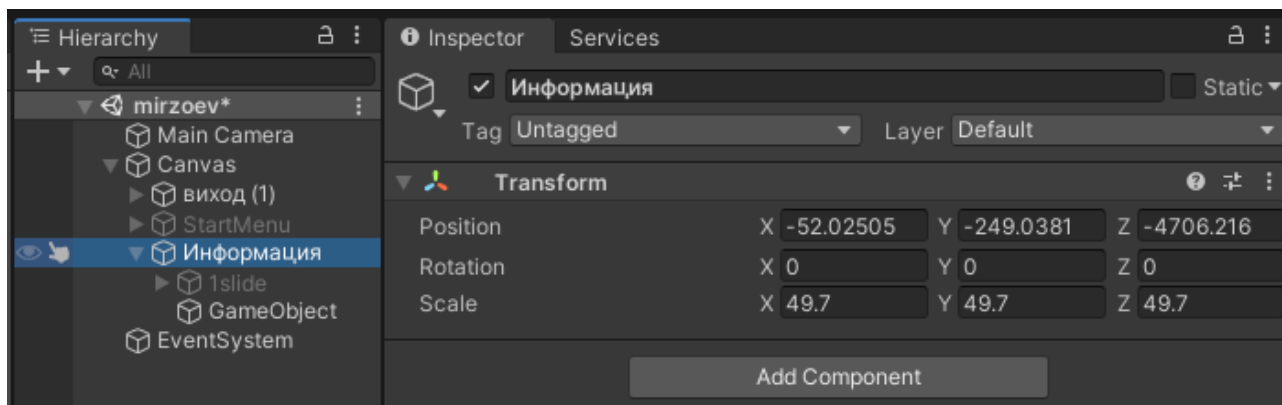


Рисунок 4.1 – Ієрархія в тренажері

Для створення всіх основних об'єктів в Unity використовувалися пусті об'єкти до яких можна прикріплювати інші об'єкти UI (інтерфейсу користувача).

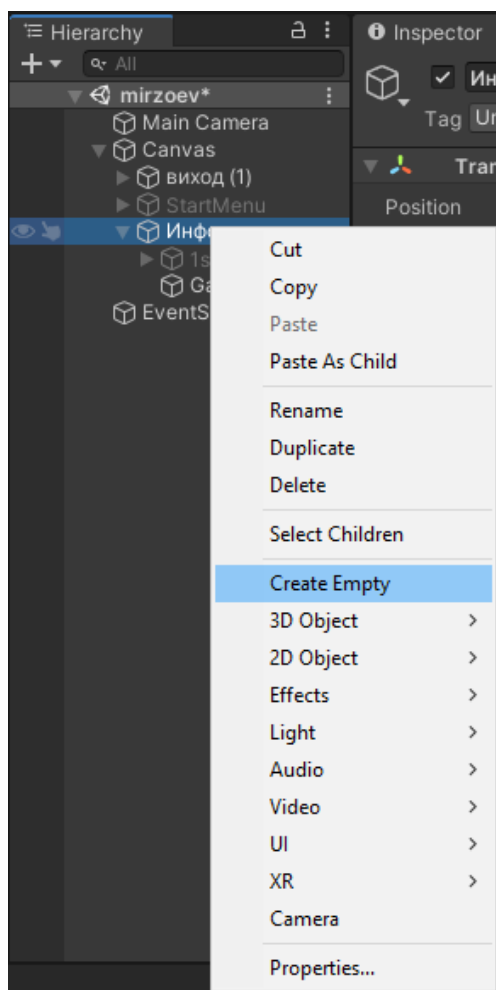


Рисунок 4.2 – Створення пустого об'єкту

Для повноцінної роботи тренажеру необхідно додати в нього кнопки та текстові об'єкти. Додання кнопок зображено на Рисунок 4.3, додання текстових об'єктів на Рисунок 4.4.

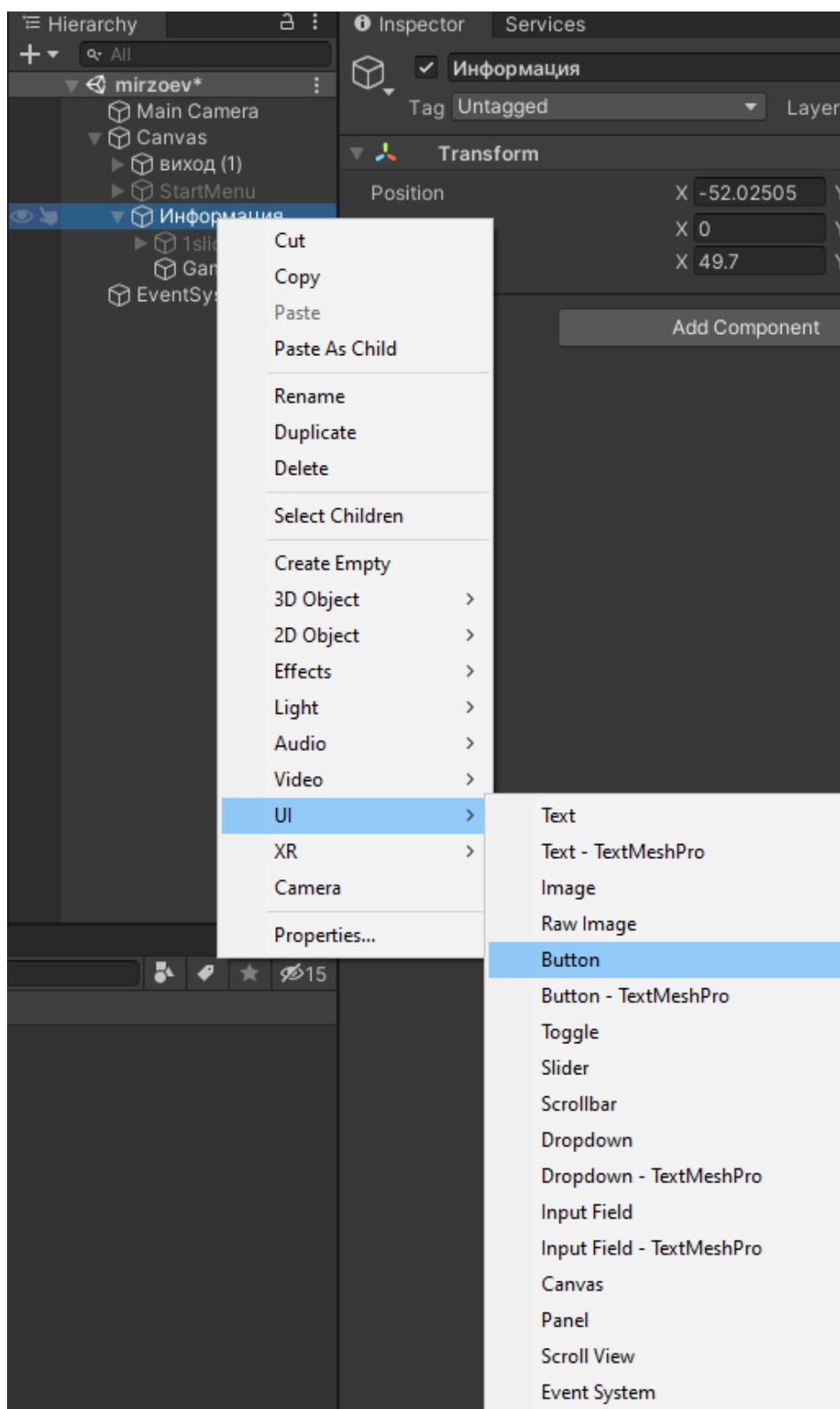


Рисунок 4.3 – Додання кнопки в проект

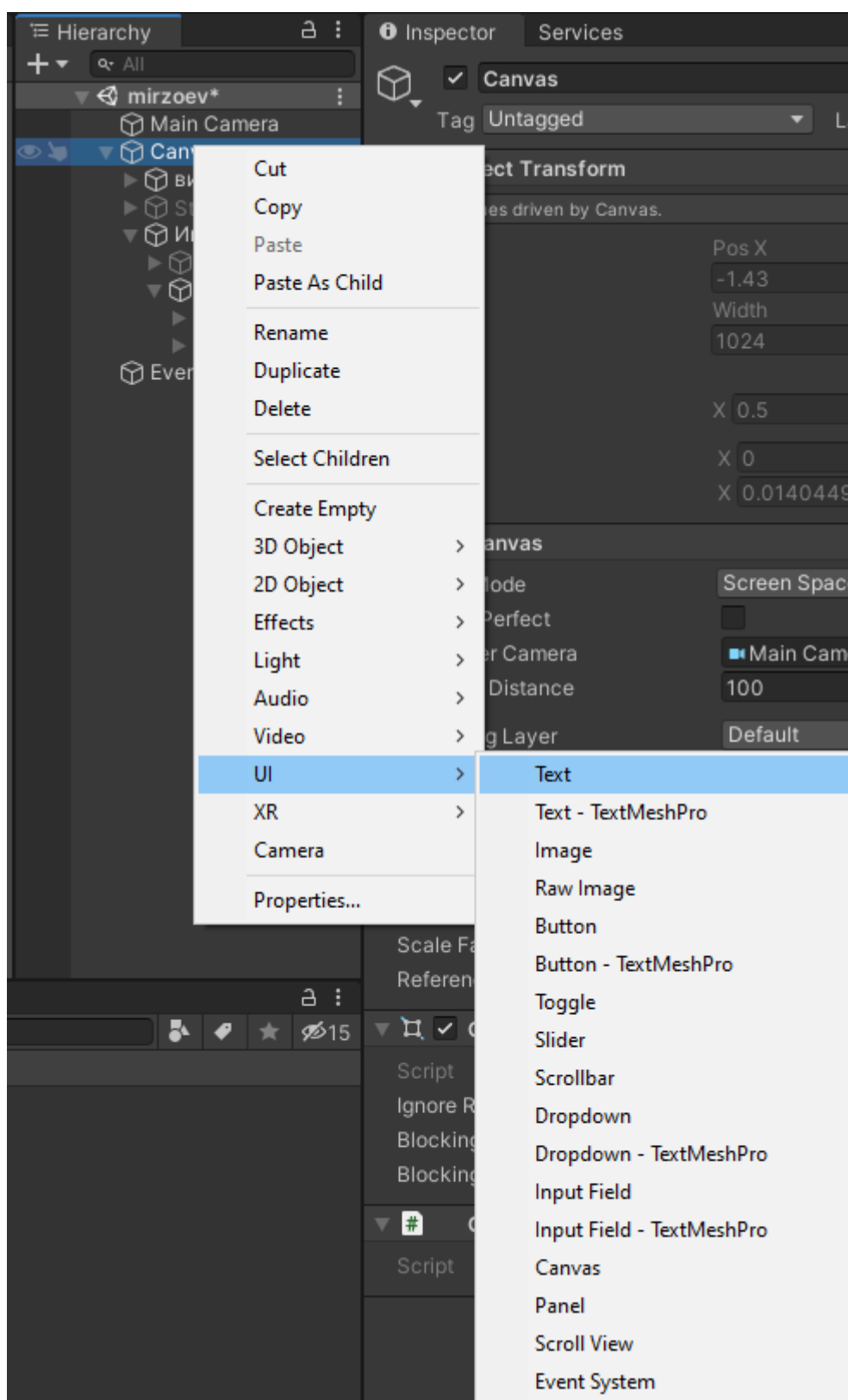


Рисунок 4.4 – Додання текстового об'єкту в проект

Вікно проекту дозволяє розміщувати додані об'єкти будь-яким чином. Приклад розміщення об'єктів для елемента з вибором теми зображено на Рисунок 4.5.

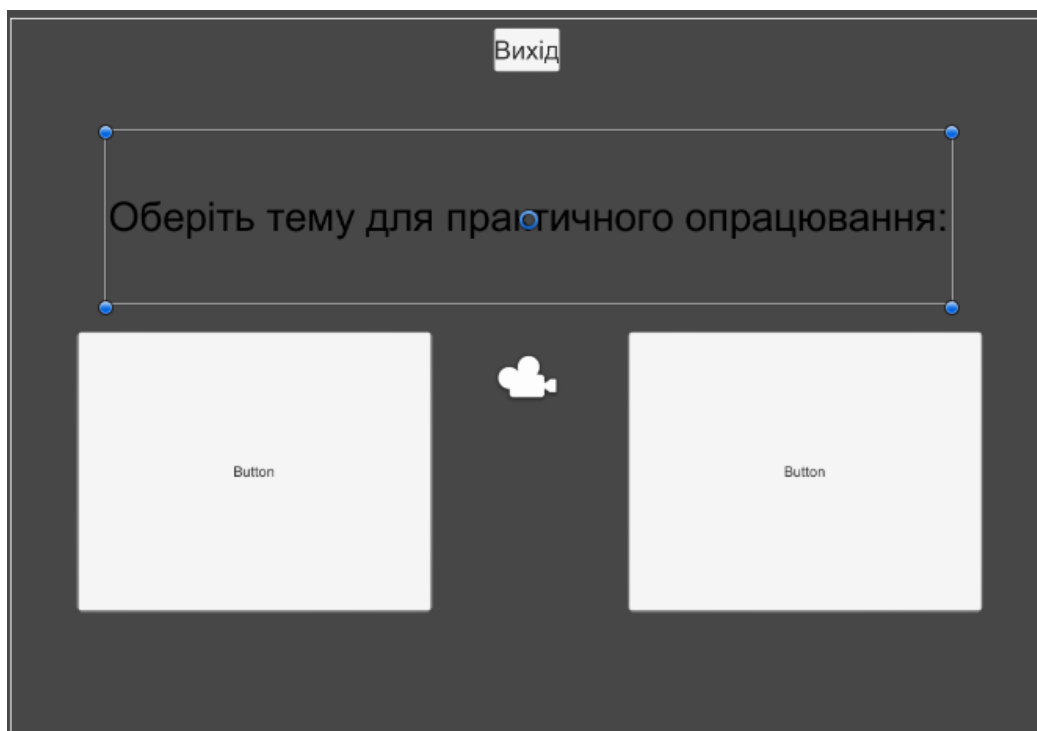


Рисунок 4.5 – Приклад розміщення об'єктів

Робота з текстовими об'єктами схожа на роботу з текстом у в Word.

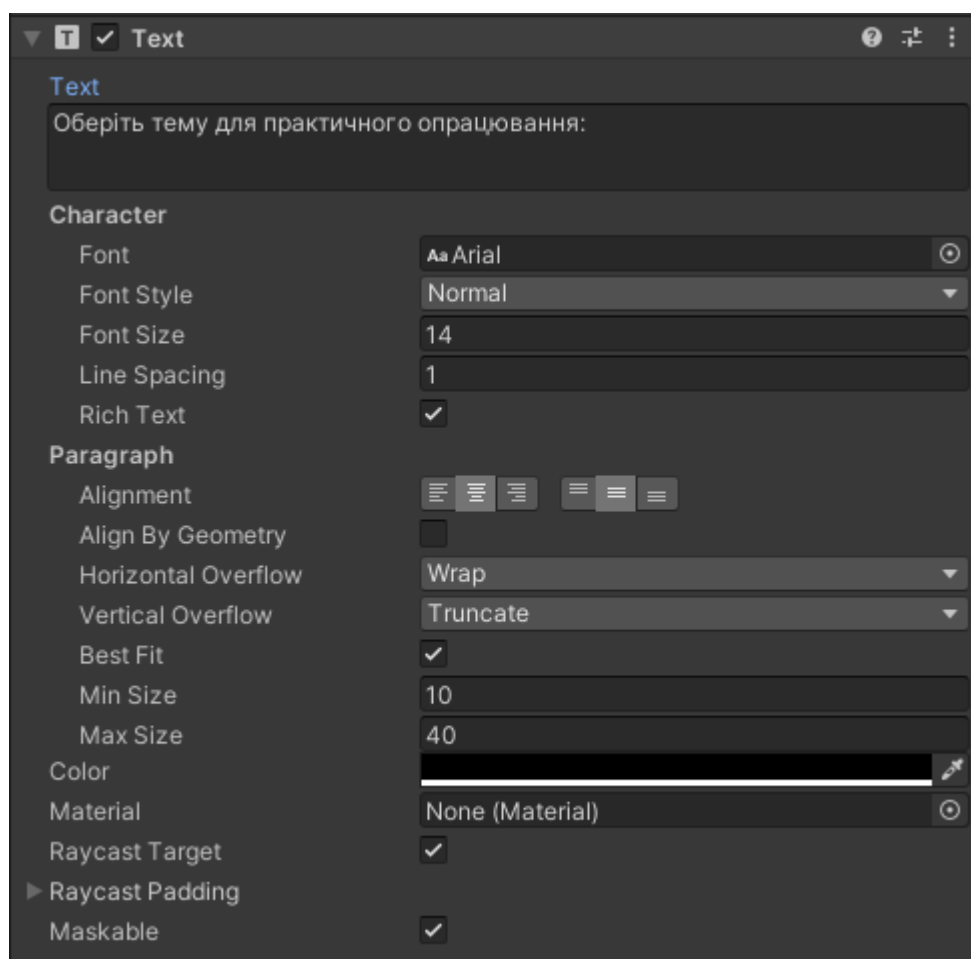


Рисунок 4.6 – Робота з текстовими об'єктами

Робота кнопок реалізована через приєднання скрипту до об'єкту з кнопкою. Робота скрипту реалізована на булевих функціях, що можуть вмикати чи вимикати будь-який елемент чи об'єкт.

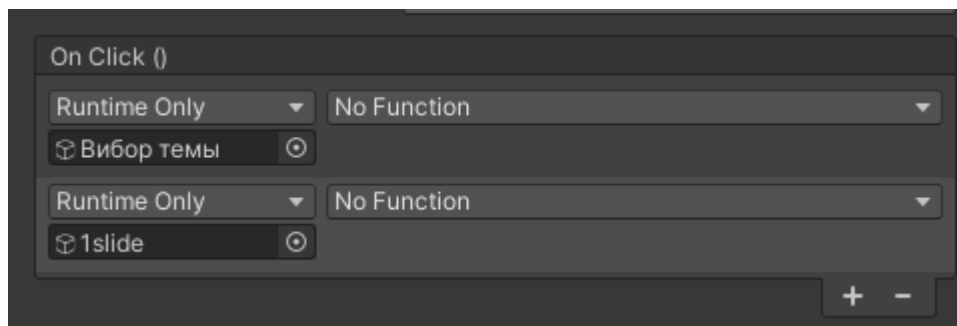


Рисунок 4.7 – Кнопки без приєднаного скрипту

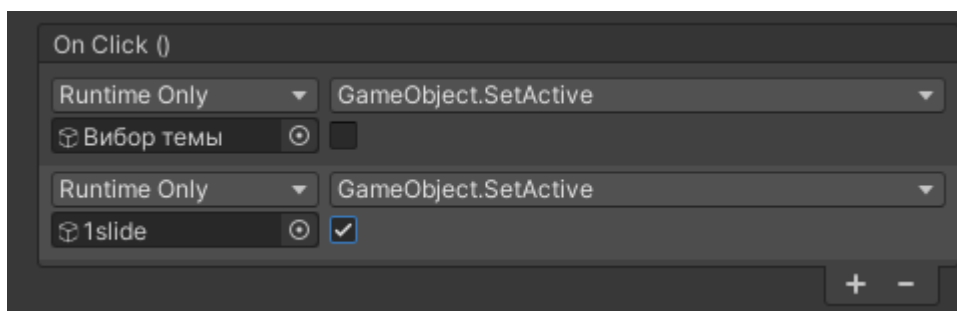


Рисунок 4.8 – Кнопки з приєднаним скриптом

Елементи з практичними завданнями виглядають наступним чином:

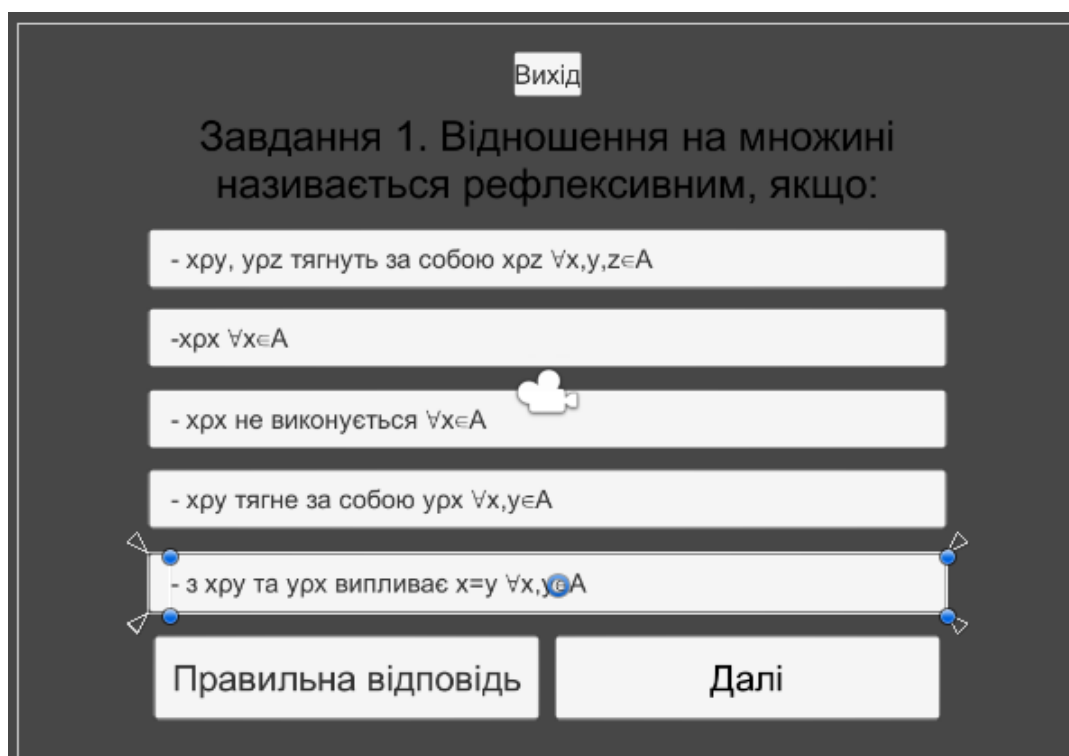


Рисунок 4.9 – Елемент з практичним завданням

Видача підказки та можливості продовжити роботу реалізовано наступним чином:

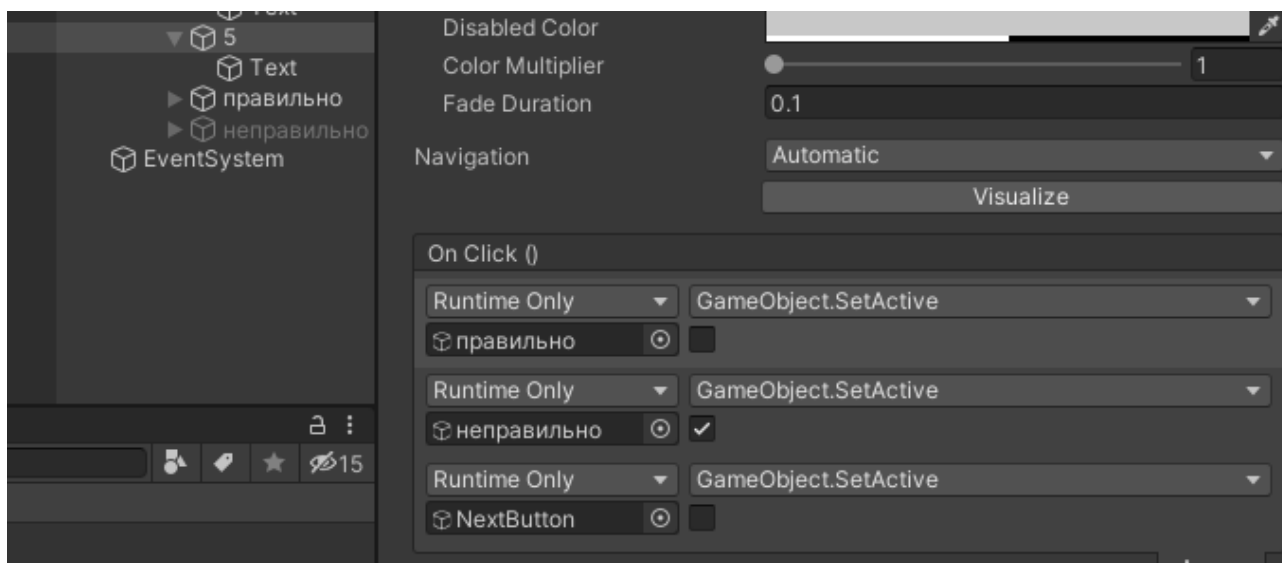


Рисунок 4.10 – Робота кнопки у разі вибору неправильної відповіді

Кнопка з неправильною відповіддю вимикає кнопку для продовження та вмикає елемент з підказкою, кнопка з правильною відповіддю працює протилежним чином, вмикаючи кнопку для продовження та видаючи повідомлення про правильну відповідь.

4.2 Перевірка валідності та інструкція для роботи користувачеві

Після запуску тренажеру користувач переходить до вікна з темою та кнопкою для початку роботи

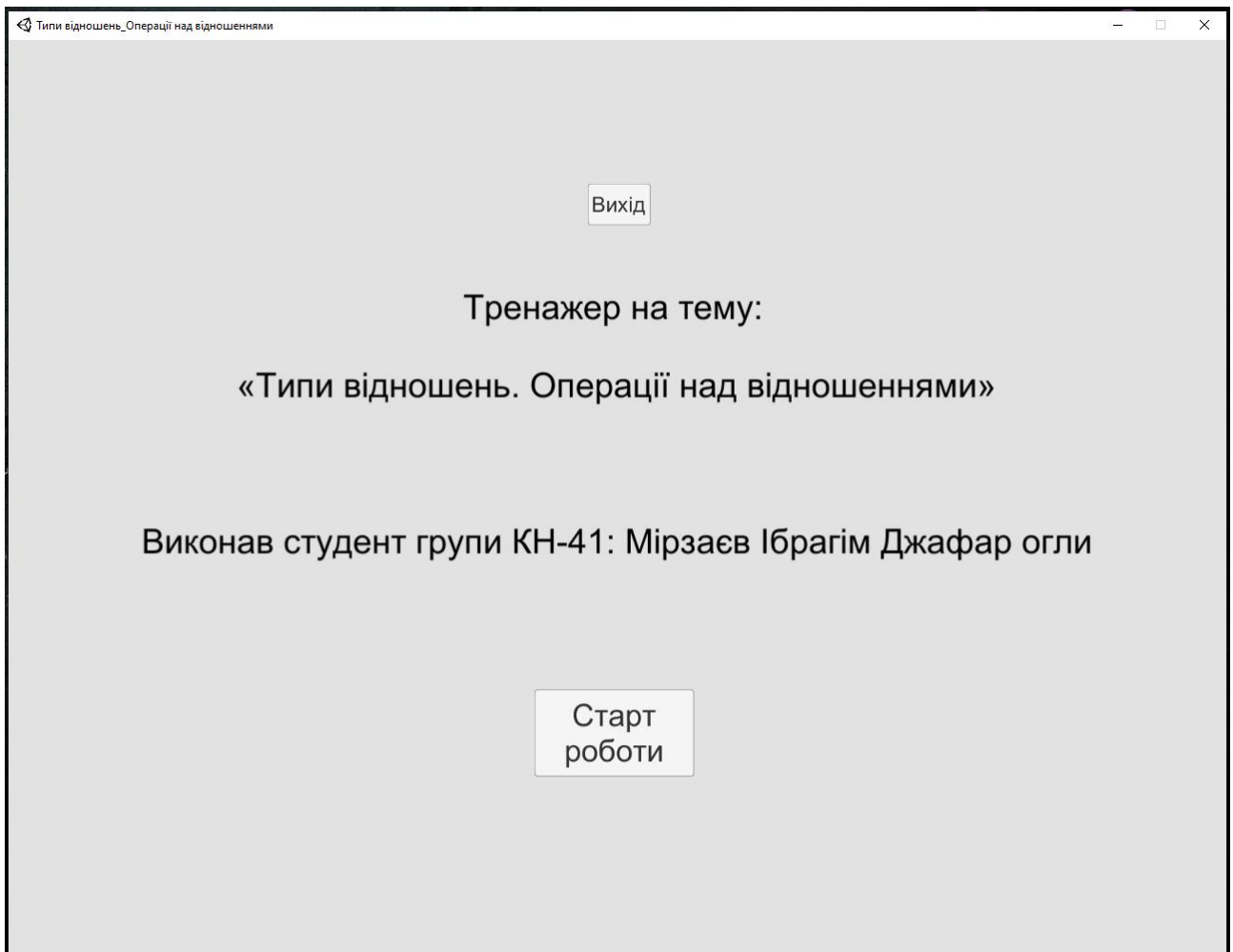


Рисунок 4.11 – Вікно з темою та кнопкою для початку роботи

Після натиснення на кнопку початку роботи користувач переходить до вікна з вибором практичної теми. Кнопка «Типи відношень» перенаправляє користувача на вікно, що зображене на Рисунок 4.13. Кнопка «Операції над відношеннями» перенаправляє користувача на вікно, що зображене на Рисунок 4.28.

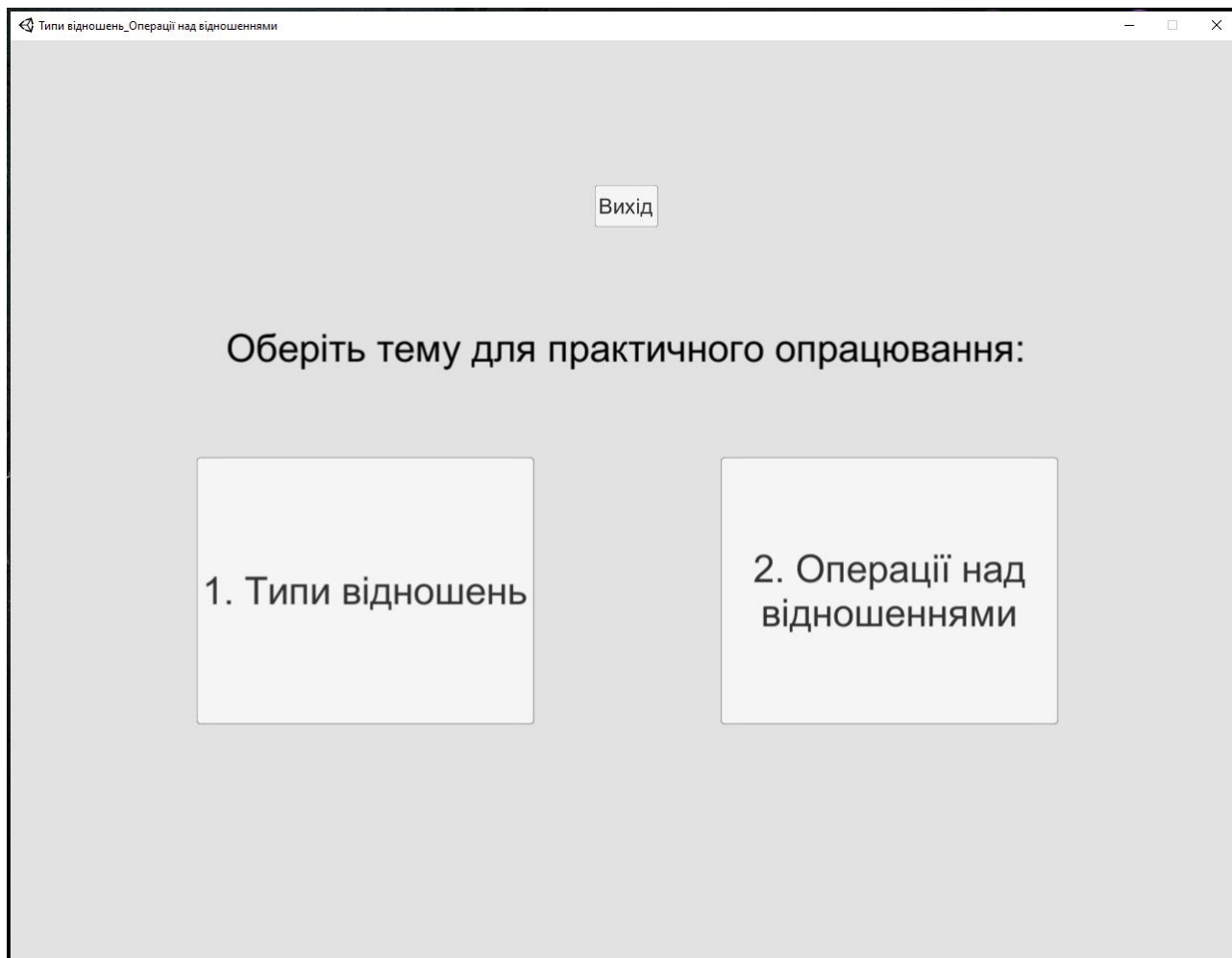


Рисунок 4.12 – Вікно з вибором практичної теми

Після натиснення на кнопку «Типи відношень» користувач переходить до першого завдання з обраної теми.

При роботі з практичним завданням користувач повинен обрати один, або за необхідністю, два варіанта відповіді. У разі вибору неправильної відповіді користувач отримує повідомлення про помилку та підказку, к разі вибору правильної відповіді користувач отримує повідомлення «Правильна відповідь» та доступ до кнопки «Далі»

Вихід

Завдання 1. Відношення на множині називається "рефлексивним", якщо:

- ☐ - xry, urz тягнуть за собою $xrz \forall x, y, z \in A$
- ☐ - $xrx \forall x \in A$
- ☐ - xrx не виконується $\forall x \in A$
- ☐ - xry тягне за собою $урх \forall x, y \in A$
- ☐ - з xry та $урх$ випливає $x=y \forall x, y \in A$

Рисунок 4.13 – Вікно з першим практичним завданням з теми «Типи відношень»

Після вибору неправильної відповіді видача вікна з підказкою, доступ до кнопки «Далі» відсутній.

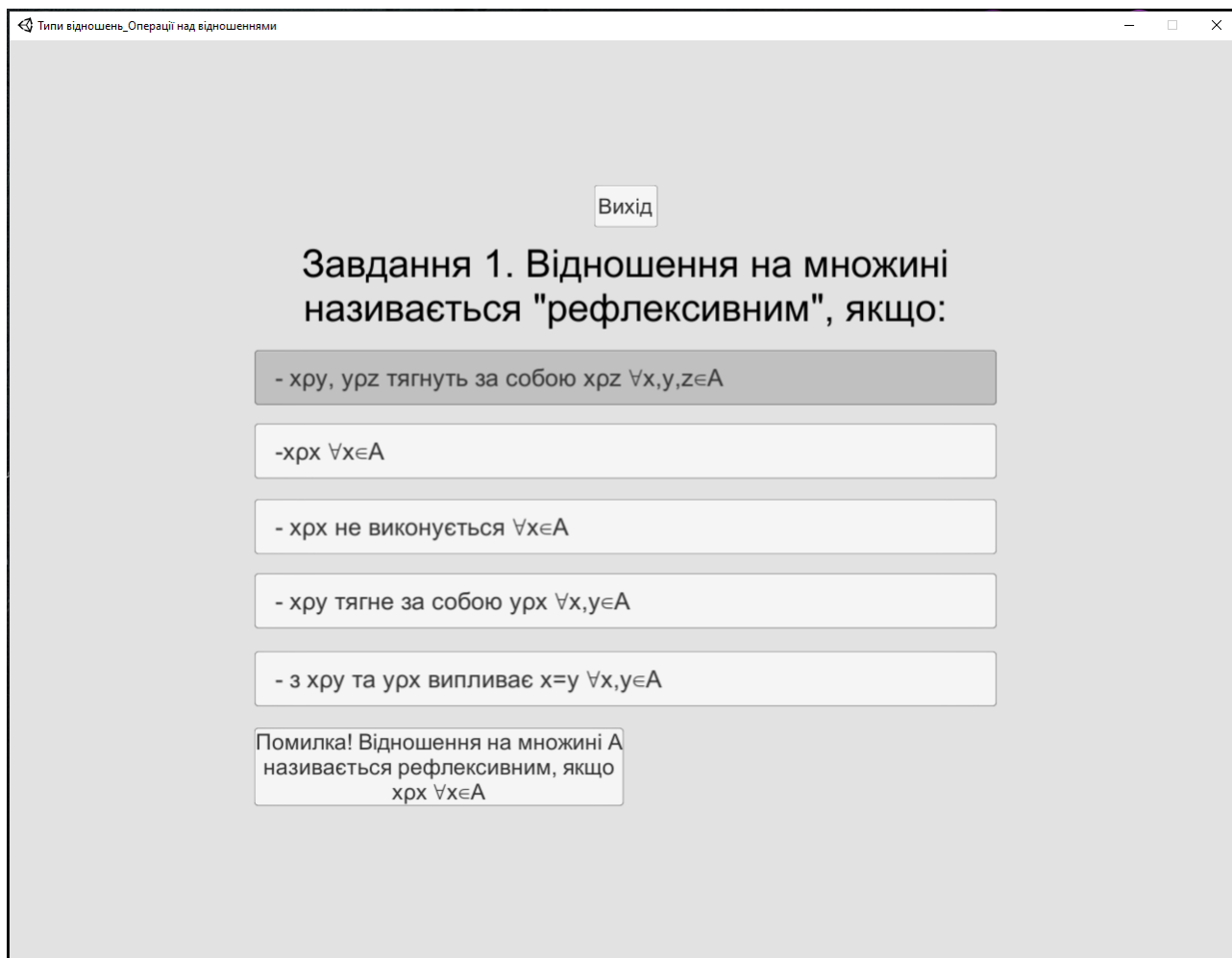


Рисунок 4.14 – Вікно з першим практичним завданням після вибору неправильної відповіді

Після вибору правильної відповіді видача повідомлення «Правильна відповідь», доступ до кнопки «Далі» дозволено.

Вихід

Завдання 1. Відношення на множині називається "рефлексивним", якщо:

- xry, urz тягнуть за собою $xrz \forall x, y, z \in A$
- $xrx \forall x \in A$
- xrx не виконується $\forall x \in A$
- xry тягне за собою $урх \forall x, y \in A$
- з xry та $урх$ випливає $x=y \forall x, y \in A$

Правильна відповідь Далі

Рисунок 4.15 - Вікно з першим практичним завданням після вибору правильної відповіді

Після вибору неправильної відповіді видача вікна з підказкою, доступ до кнопки «Далі» відсутній.

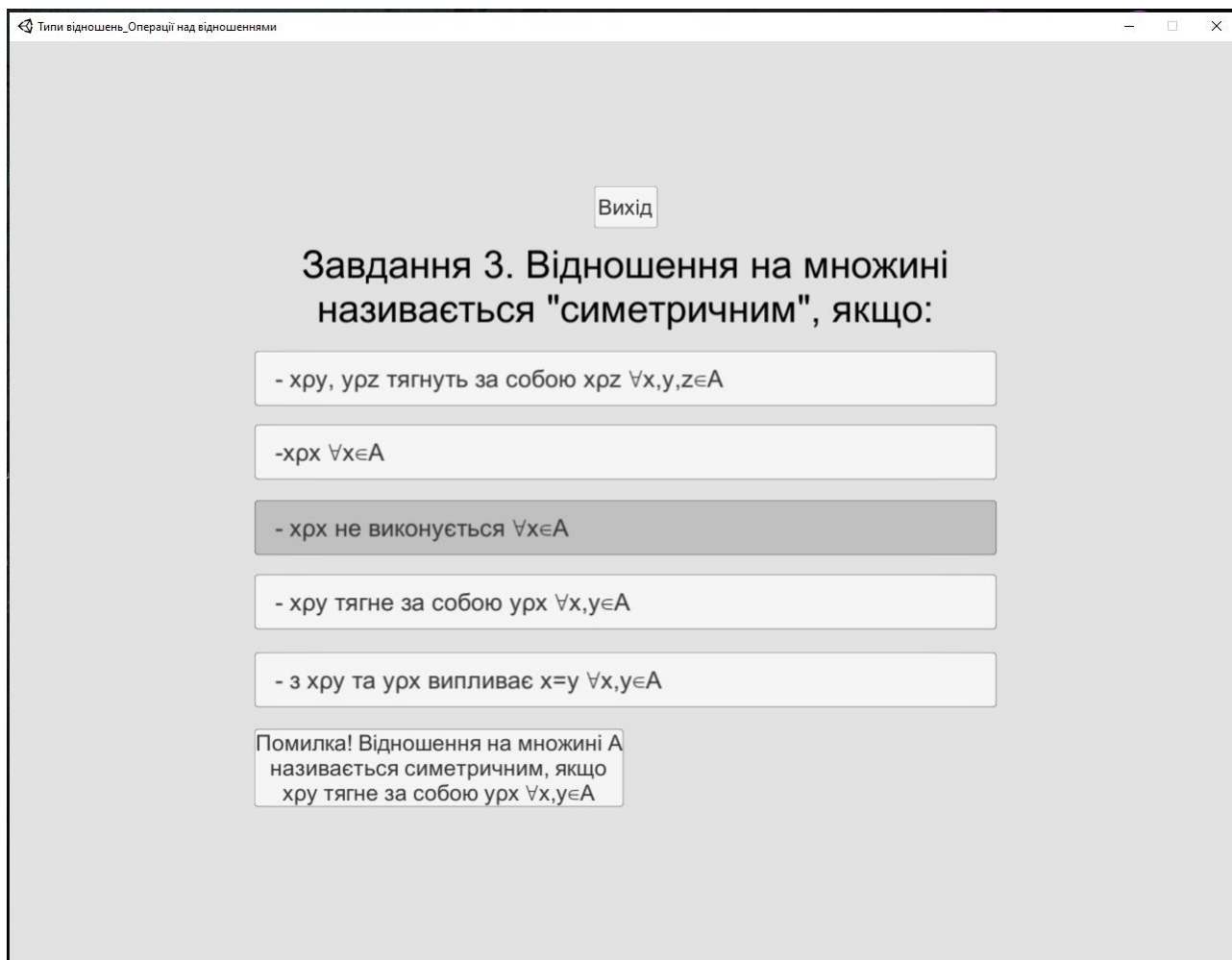


Рисунок 4.16 - Вікно з третім практичним завданням після вибору неправильної відповіді

Після вибору правильної відповіді видача повідомлення «Правильна відповідь», доступ до кнопки «Далі» дозволено.

Вихід

Завдання 3. Відношення на множині називається "симетричним", якщо:

- ☐ - хру, урз тягнуть за собою хрз $\forall x, y, z \in A$
- ☐ -хрх $\forall x \in A$
- ☒ - хру не виконується $\forall x \in A$
- ☐ - хру тягне за собою урх $\forall x, y \in A$
- ☐ - з хру та урх випливає $x=y \forall x, y \in A$

Правильна відповідь Далі

Рисунок 4.17 - Вікно з третім практичним завданням після вибору правильної відповіді

Після вибору неправильної відповіді видача вікна з підказкою, доступ до кнопки «Далі» відсутній.

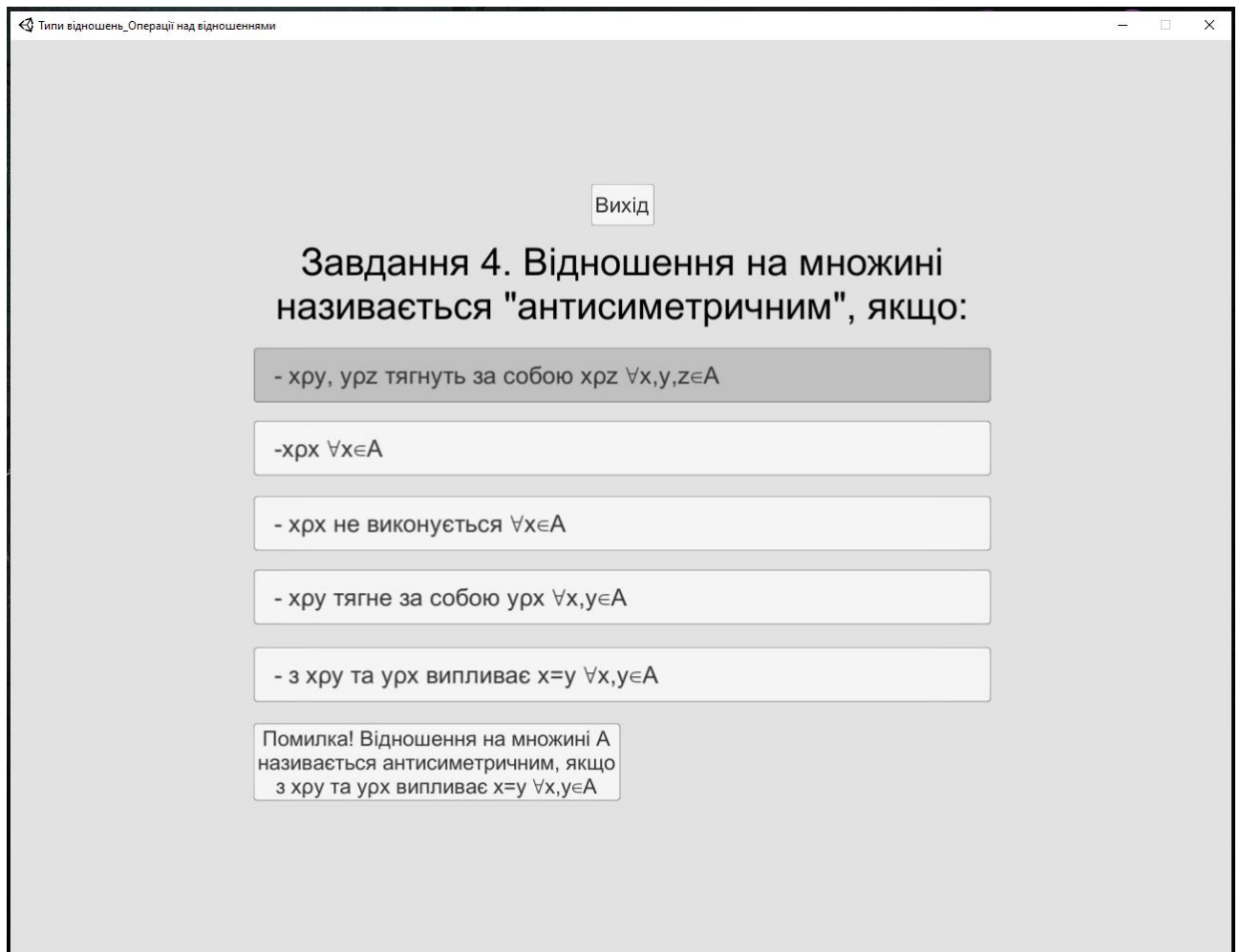


Рисунок 4.18 - Вікно з четвертим практичним завданням після вибору неправильної відповіді

Після вибору правильної відповіді видача повідомлення «Правильна відповідь», доступ до кнопки «Далі» дозволено.

Вихід

Завдання 4. Відношення на множині називається "антисиметричним", якщо:

- xry, urz тягнуть за собою $xrz \forall x, y, z \in A$
- $xrx \forall x \in A$
- xrx не виконується $\forall x \in A$
- xry тягне за собою $урх \forall x, y \in A$
- з xry та $урх$ випливає $x=y \forall x, y \in A$

Правильна відповідь Далі

Рисунок 4.19 - Вікно з четвертим практичним завданням після вибору правильної відповіді

Після вибору неправильної відповіді видача вікна з підказкою, доступ до кнопки «Далі» відсутній.

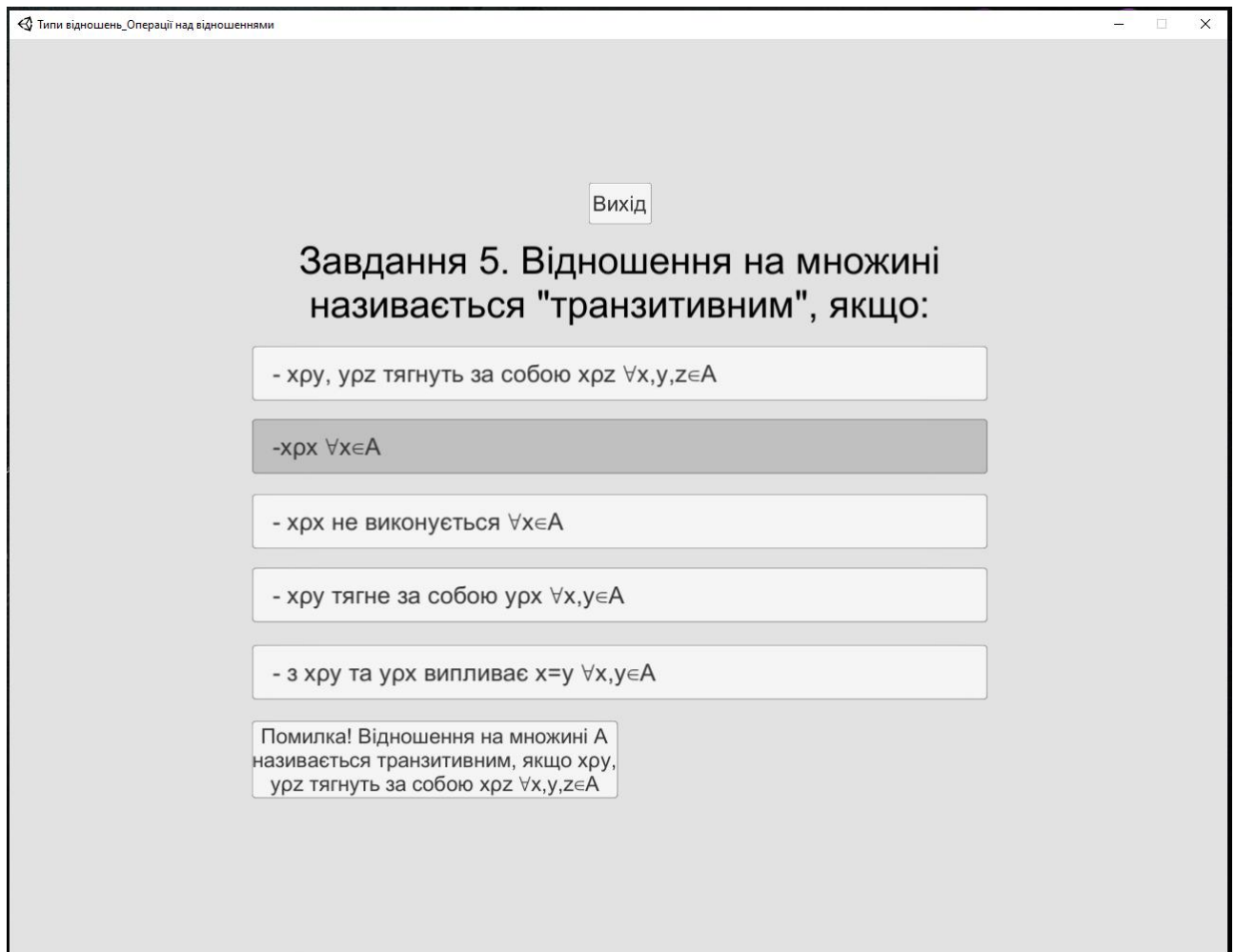


Рисунок 4.20 - Вікно з п'ятим практичним завданням після вибору неправильної відповіді

Після вибору правильної відповіді видача повідомлення «Правильна відповідь», доступ до кнопки «Далі» дозволено.

Вихід

Завдання 5. Відношення на множині називається "транзитивним", якщо:

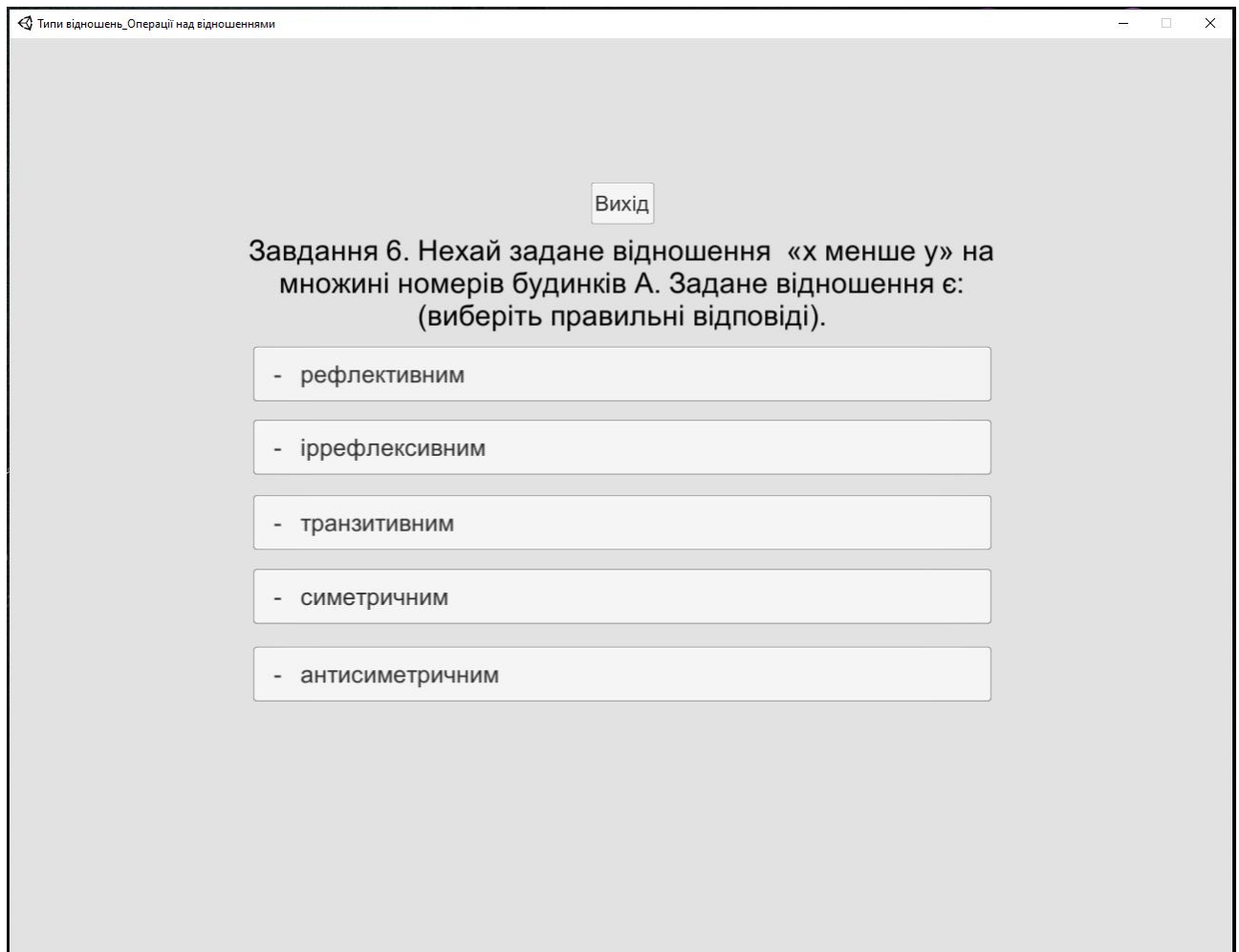
- xry, urz тягнуть за собою $xrz \forall x, y, z \in A$
- $xrx \forall x \in A$
- xrx не виконується $\forall x \in A$
- xry тягне за собою $урх \forall x, y \in A$
- з xry та $урх$ випливає $x=y \forall x, y \in A$

Правильна відповідь

Далі

Рисунок 4.21 - Вікно з п'ятим практичним завданням після вибору правильної відповіді

Після натиснення на кнопку «Далі» користувач переходить до практичного завдання з множинним вибором. При роботі з цим завданням необхідно обрати два правильних варіанта відповіді. У разі вибору неправильного варіанту відповіді – видача першої підказки, що зображено на Рисунок 4.23. У раз повторного вибору неправильної відповіді – видача другої підказки, що зображена на Рисунок 4.24.



Вихід

Завдання 6. Нехай задане відношення «х менше у» на множині номерів будинків А. Задане відношення є: (виберіть правильні відповіді).

- рефлексивним
- іррефлексивним
- транзитивним
- симетричним
- антисиметричним

Рисунок 4.22 - Вікно з шостим практичним завданням після вибору неправильної відповіді

Після вибору неправильної відповіді видача вікна з першою підказкою, доступ до кнопки «Далі» відсутній.

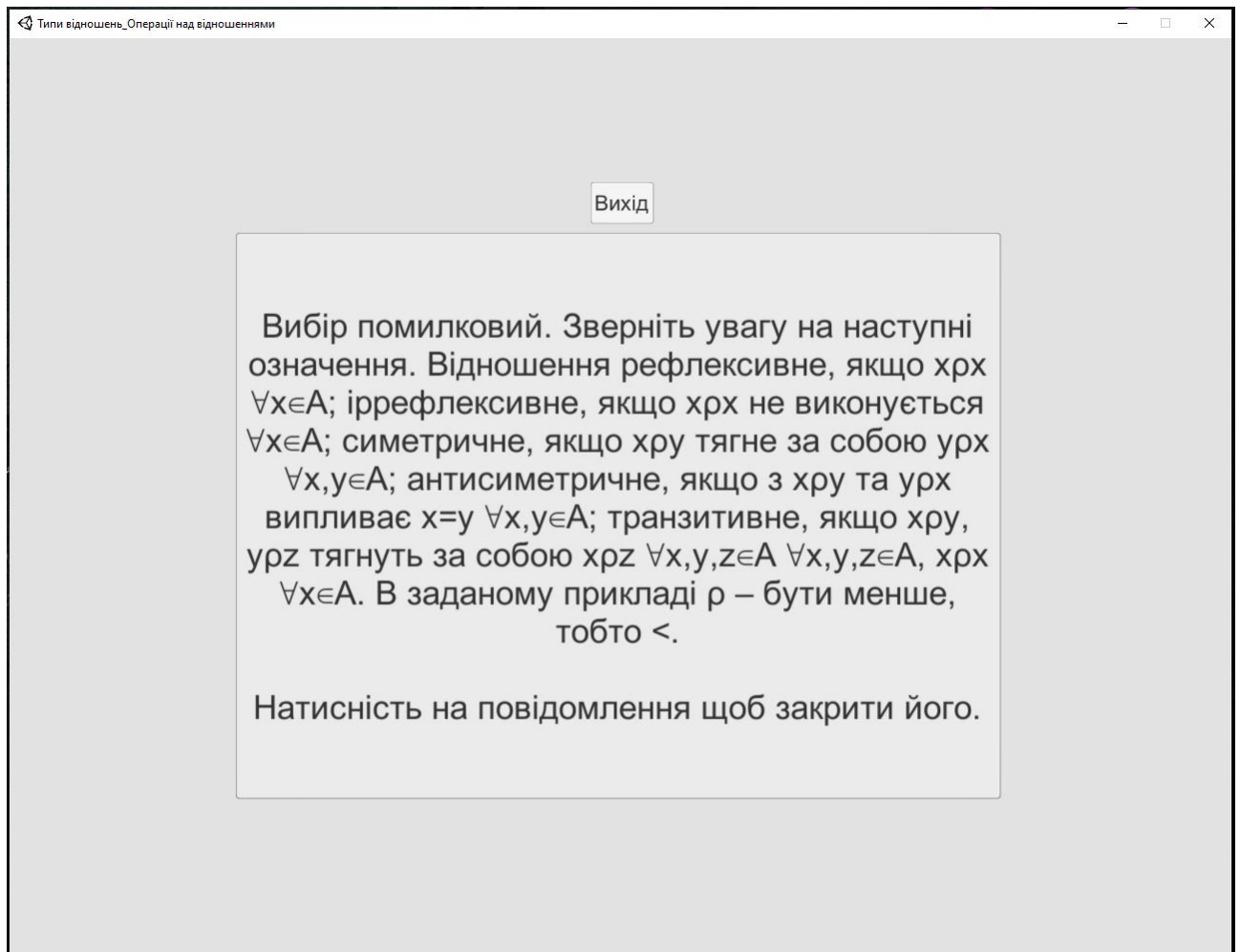


Рисунок 4.23 - Вікно з шостим практичним завданням після вибору неправильної відповіді, перша підказка

Після вибору неправильної відповіді видача вікна з другою підказкою, доступ до кнопки «Далі» відсутній.

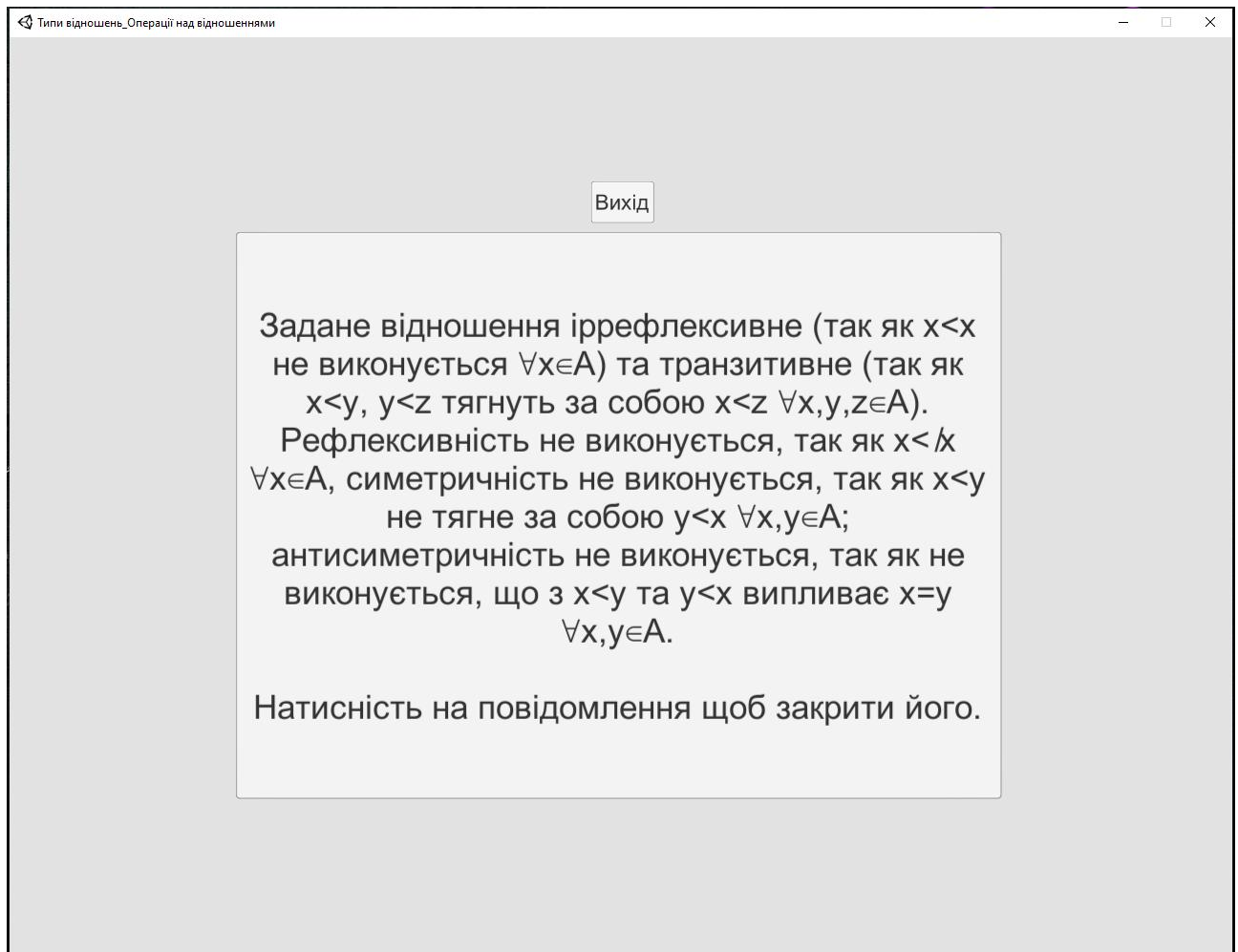


Рисунок 4.24 - Вікно з шостим практичним завданням після вибору неправильної відповіді, друга підказка

Після вибору лише одного правильного варіанту відповіді відбувається поява значка у вигляді галочки, повідомлення про правильну відповідь та надається доступ до кнопки «Далі»

Вихід

Завдання 6. Нехай задане відношення «x менше y» на множині номерів будинків A. Задане відношення є: (виберіть правильні відповіді).

- рефлексивним

- іррефлексивним ✓

- транзитивним

- симетричним

- антисиметричним

Правильна відповідь

Далі

Рисунок 4.25 - Вікно з шостим практичним завданням після вибору однієї
правильної відповіді

Після вибору двох правильних варіантів відповіді відбувається поява значка у вигляді галочки, повідомлення про правильну відповідь та надається доступ до кнопки «Далі»

Вихід

Завдання 6. Нехай задане відношення «х менше у» на множині номерів будинків А. Задане відношення є: (виберіть правильні відповіді).

- рефлексивним
- іррефлексивним ✓
- транзитивним ✓
- симетричним
- антисиметричним

Правильна відповідь Далі

Рисунок 4.26 - Вікно з шостим практичним завданням після вибору обох правильних відповідей

Після завершення роботи з тестовими завданнями користувач переходить до вікна з задачами для самостійного опрацювання.

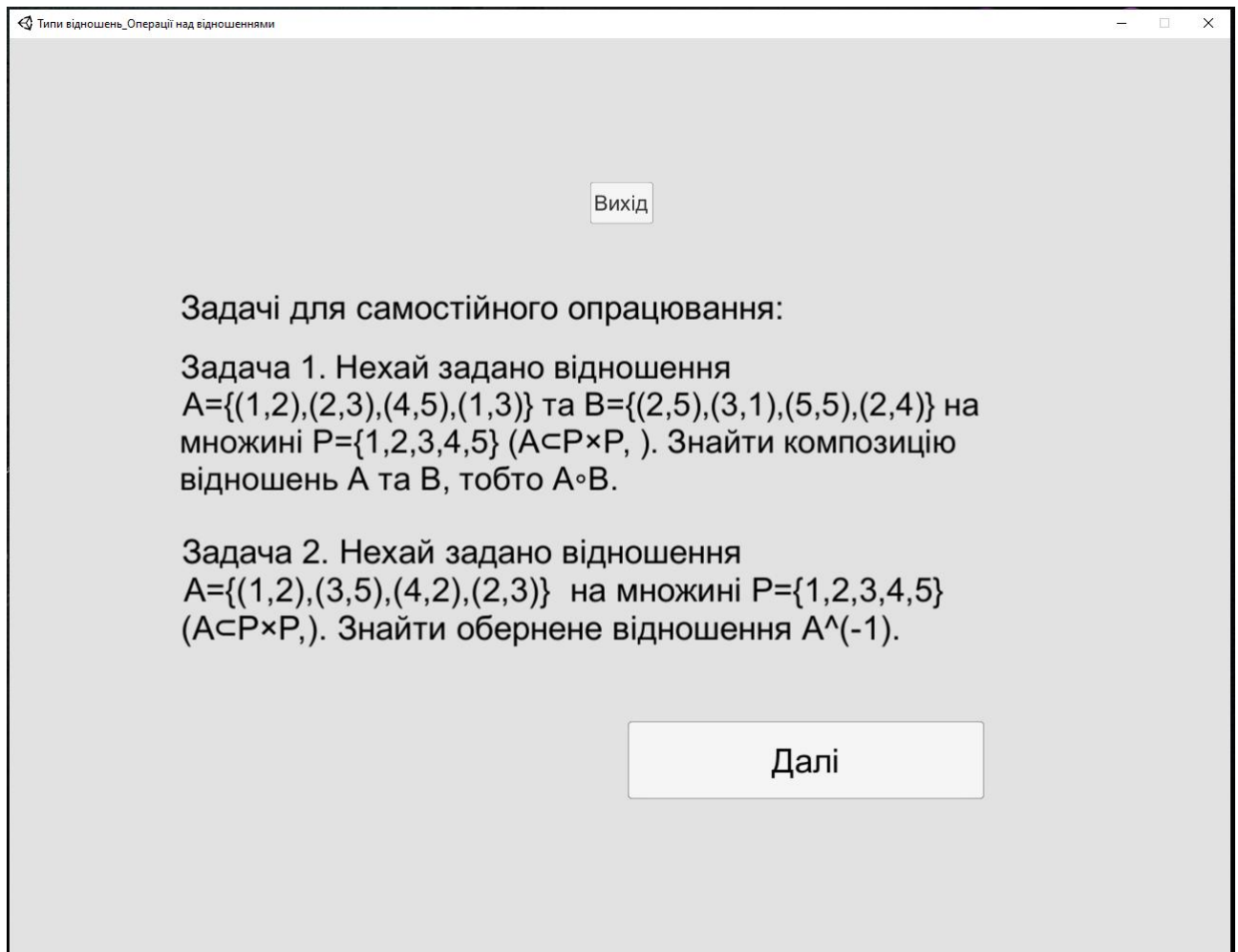


Рисунок 4.27 – Вікно з задачами для самостійного опрацювання

Після натиснення на кнопку «Далі» на вікні з задачами для самостійного опрацювання з теми «Типи відношень», або після вибору теми «Операції над відношеннями» на вікні вибору практичної теми користувач переходить до теоретичного матеріалу з теми «Операції над відношеннями».

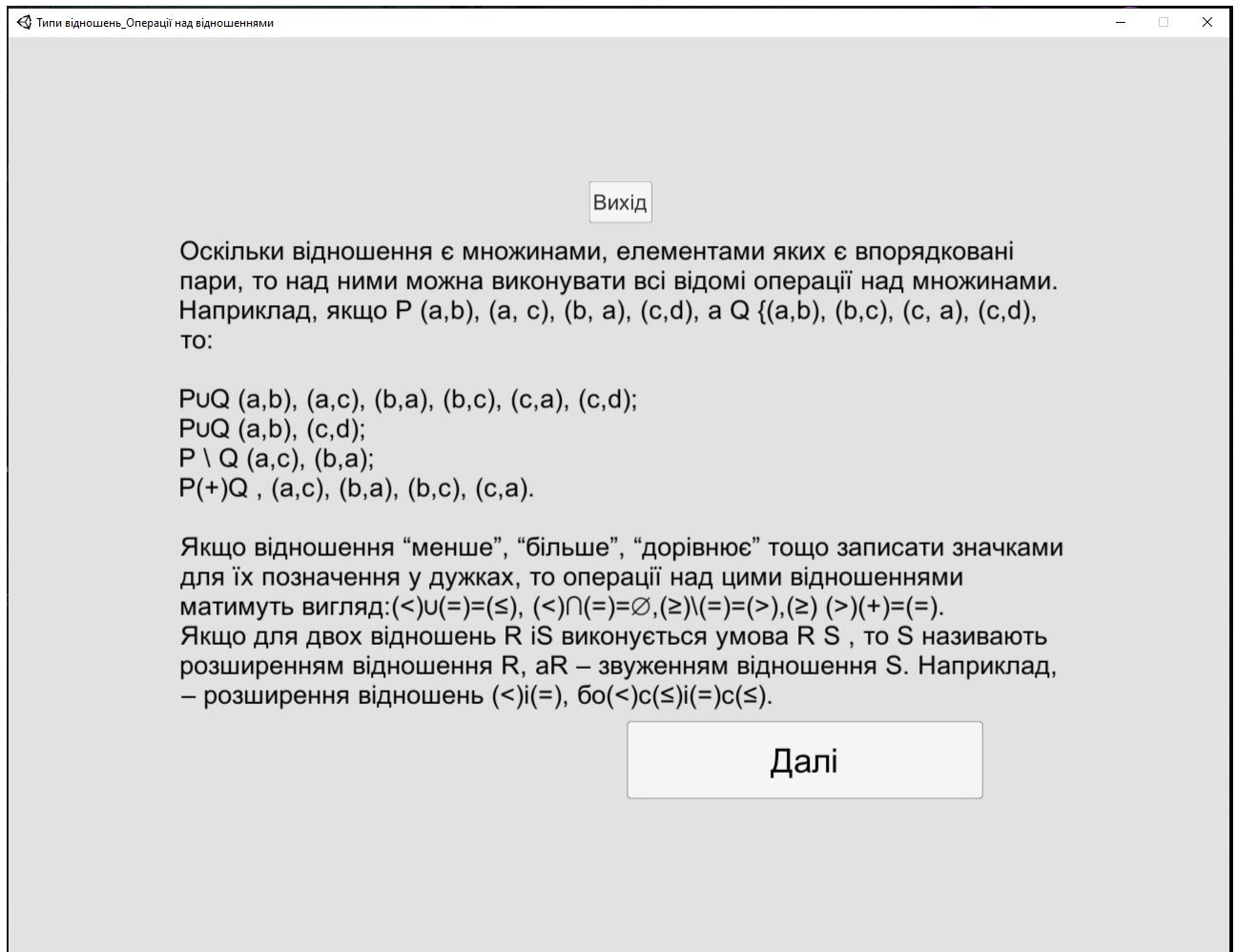


Рисунок 4.28 – Вікна з теоретичним матеріалом до теми «Операції над відношеннями»

Після натиснення на кнопку «Далі» на вікні з теоретичної інформацією до теми «Операції над відношеннями» користувач переходить до вікна з задачами для самостійного опрацювання.

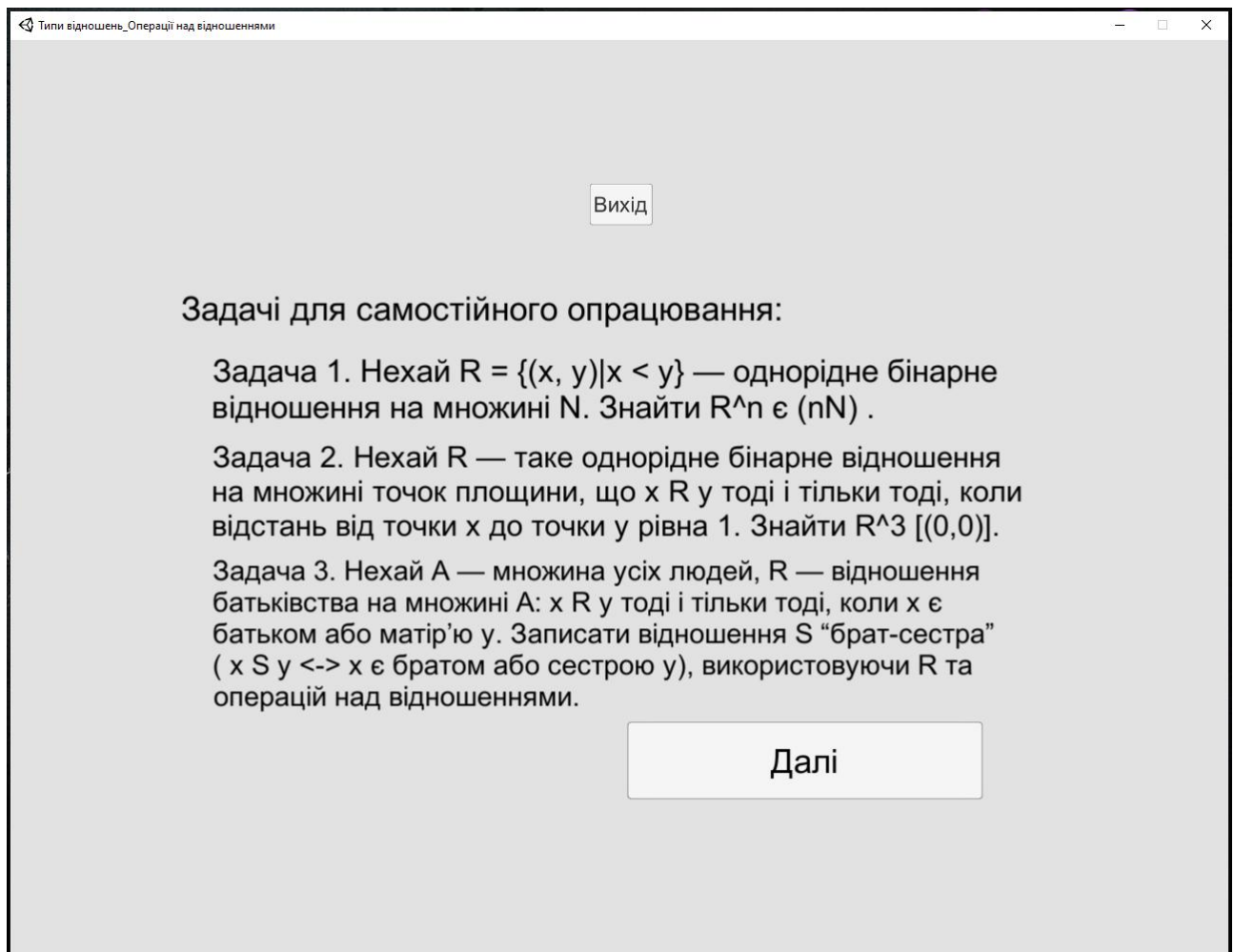


Рисунок 4.29 – Вікно з задачами для самостійного опрацювання з теми «Операції над відношеннями»

Після натиснення на кнопку Далі» на вікні з задачами для самостійного опрацювання з теми «Операції над відношеннями» користувач переходить до вікна з повідомленням про успішне завершення роботи з тренажером та з кнопкою, що дозволяє повторити роботу з тренажером.

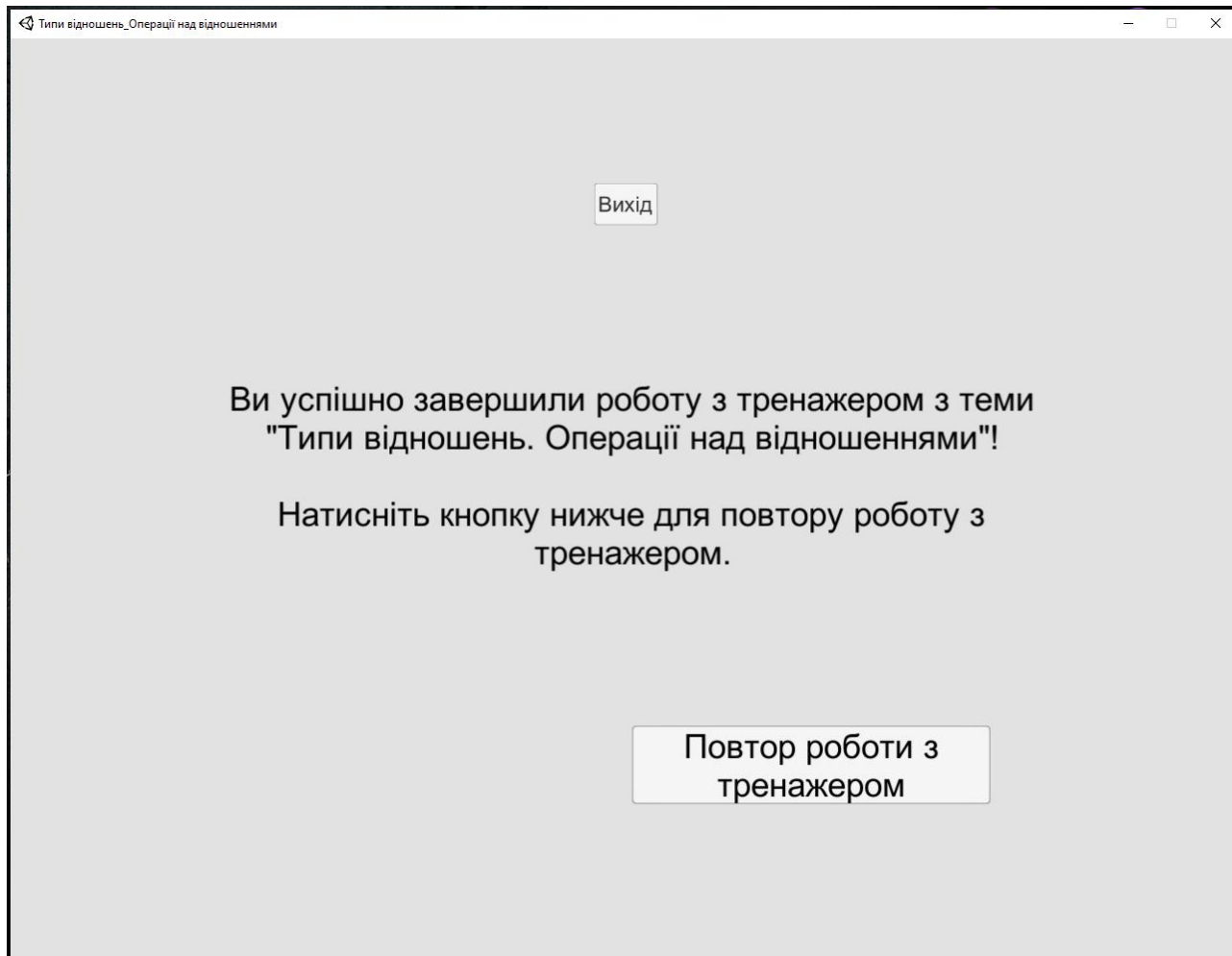


Рисунок 4.30 – Останнє вікно тренажеру з кнопкою повтору роботи

ВИСНОВКИ

По результатам роботи з бакалаврською роботою було створено тренажер для дистанційного курсу «Дискретна математика» з теми «Відношення. Операції над відношеннями».

Особливостями розробленого програмного забезпечення є:

- Зручний дизайн;
- Наявність як практичних завдань так і завдань для самостійного опрацювання;
- Перевірка введеної відповіді;
- У разі вибору неправильної відповіді виводиться повідомлення з підказкою;
- У разі вибору правильної відповіді надається можливість продовжити роботу;
- Надається можливість повторити роботу з тренажером на кінцевому вікні роботи з тренажером.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ємець О.О. Методичні рекомендації до виконання бакалаврської роботи для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» освітня програма «Комп'ютерні науки» галузь знань – 12 «Інформаційні технології»/ О.О. Ємець, –Полтава; ПУЕТ, 2017, - 71 с.
2. Белінська, В.В., Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему Створення програмного забезпечення тренажера з теми «Розподіли дискретних випадкових величин та їх числові характеристики» дистанційного навчального курсу «Теорія ймовірностей та математична статистика»/ Белінська, В.В., [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/10305>
3. Сивокінь, О.Ю., Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему Тренажер з теми «Логіка висловлювань» дистанційного навчального курсу «Математична логіка»/ Сивокінь, О.Ю., [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/7556>
4. Добровольська Нінель Станіславівна, ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ з дисципліни “ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА”\ Добровольська Нінель Станіславівна. – Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/594/1/%d0%94%d0%b8%d1%81%d0%ba%d1%80%d0%b5%d1%82%d0%bd%d0%b0%20%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b5%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b8%d0%ba%d0%b0.pdf>
5. Операції над відношеннями [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5198874/page:3/>
6. В. М. Коцовський, Дискретна математика та теорія алгоритмів. Частина I Конспект лекцій \ В. М. Коцовський. – Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16303/1/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20I.%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20>

[%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf#page=37&zoom=100,34,76](#)

7. Відношення [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу:
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F](#)

8. Отношение (теория множеств) [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу:
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_\(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2\)](#)

9. Бінарне відношення [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу:
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F](#)

10. Unity [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу:
[https://unity.com/ru](#)

ДОДАТОК А

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;
using UnityEngine;
public class Inputs : MonoBehaviour
{
    public GameObject Input;
    public GameObject AfterInput;
    public InputField inputedTxt;
    public Text ShowInpTxt;
    public void Next()
    {
        Input.SetActive(false);
        AfterInput.SetActive(true);
        ShowInpTxt.text = inputedTxt.text;
    }
}

public class QuitButton : MonoBehaviour
{
    public void QuitGame()
    {
        Debug.Log ("QUIT!!");
        Application.Quit();
    }
}

void Start()
{
    Button btn = nxtButton.GetComponent<Button>();
    btn.onClick.AddListener(TaskOnClick);
}

```

```

void TaskOnClick()
{
    Theme1.SetActive(false);
    Theme2.SetActive(true);
    Debug.Log("You touched this button.");
}

void Start()
{
    Button btn = menuButton.GetComponent<Button>();
    btn.onClick.AddListener(TaskOnClick);
}

void TaskOnClick()
{
    Theme6.SetActive(false);
    MainMenu.SetActive(true);
    Debug.Log("You touched this button.");
}

public void Next()
{
    Input.SetActive(false);
    AfterInput.SetActive(true);
    ShowInpTxt.text = inputTxt.text;
}
}

```